

Posudek oponenta disertační práce

Název práce: Studium elektrodialýzy s bipolárními membránami

Autor práce: Ing. Jan Kroupa

Oponent: doc. Ing. Petr Doleček, CSc.

Pracoviště oponenta: Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická,
Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Studentská 573, 532 10 Pardubice,
Česká republika

1. Aktuálnost zvoleného tématu

Elektromembránové separační procesy mají široké uplatnění v mnoha oblastech průmyslu a ochrany životního prostředí. Použití bipolárních membrán při elektrodialýze navíc umožňuje kromě prosté separace také produkovat ze zpracovávaných roztoků solí odpovídající kyseliny a zásady. Mají-li tyto produkty vhodné využití, mohou se tím snížit ekonomické náklady např. při zpracování kapalných odpadů z různých technologií.

2. Struktura a zpracování disertační práce

V teoretické části práce se autor nejprve věnuje vlastnostem monopolárních a bipolárních iontově selektivních membrán. Uvádí dvě hlavní teorie pokoušející se vysvětlit zvýšenou disociaci vody v mezi-membránovém prostoru bipolární membrány: teorie založená na druhém Wienově efektu a teorie protonově transferové reakce. Dále se autor v teoretické části věnuje metodám fyzikálně-chemické charakterizace bipolárních membrán, především metodě stanovení voltampérové charakteristiky. Na závěr teoretické části popisuje principy elektrodialýzy s monopolárními a především s bipolárními membránami při různých způsobech uspořádání membránového svazku.

V experimentální části práce je podrobně popsáno zařízení použité pro elektrodialýzu a testovací membránová cela pro stanovení voltampérové charakteristiky iontově selektivních membrán. Je popsán způsob provádění experimentů při různých uspořádáních membránového svazku. V první řadě byl experimentálně zjišťován vliv uspořádání membránového svazku a způsobu provádění elektrodialýzy na maximálně dosažitelné koncentrace kyseliny a zásady a na znečištění produktů (sírany v hydroxidu a sodík v kyselině). Dále byl sledován vliv uspořádání na měrnou spotřebu elektrické energie potřebné na rozklad soli. V závěru experimentální části jsou popsány možnosti využití elektroanalytické charakterizace

bipolárních membrán pro predikci znečištění produktů elektrodialýzy a dalších parametrů procesu elektrodialýzy.

3. Dosažené výsledky disertační práce

Provedené experimenty ukázaly, že čtyřkomorové uspořádání nepřináší žádnou zvláštní výhodu a optimální je standardní tříkomorový systém. Ukázalo se, že maximální koncentrace NaOH je limitována především špatnou selektivitou anion-selektivní membrány vůči H^+ iontům, které pronikají do hydroxidového okruhu a neutralizují tak část produktu. Dále bylo prokázáno, že znečištění obou produktů je způsobeno nízkou selektivitou obou vrstev bipolární membrány, což způsobuje transport znečišťujících iontů přes tuto membránu do produktových okruhů. Vyšší čistoty a většího množství produktů lze dosáhnout při nižších koncentracích kyseliny i hydroxidu.

Voltampérové charakteristiky byly na testovací cele stanovovány jak pro symetrické uspořádání (na obou stranách membrány byla sůl), tak pro asymetrické uspořádání (na jedné straně membrány byla kyselina, na druhé hydroxid). Ukázalo se, že výsledky těchto testů lze použít pro kvalitativní predikci znečištění produktů při samotné elektrodialýze.

Domnívám se, že je třeba na tomto místě vyzdvihnout, že autor použil při své práci metody statistického plánování prováděných experimentů.

4. Připomínky a poznámky k disertační práci

Seznam použitých symbolů: symbol a , uvedený jako aktivitní koeficient, je ve vlastním textu použit pro aktivitu.

str. 26, oddíl 1.2.4: první věta prvního odstavce je zřejmě nedokončená nebo špatně formulovaná. Na konci prvního odstavce má být ... roku 1888 Nernstem [25].

str. 27, rovnice (17): Jaký význam mají indexy *katod* a *anod*, jestliže jde o membránový potenciál bez vloženého vnějšího napětí. V textu není vysvětleno.

str. 35, oddíl 1.5.1.1, 2. věta: odkaz má být zřejmě na obr. 7, nikoliv 6.

str. 50, podkapitola 3.3, 1. věta: jednotka mS je sice správná jednotka vodivosti, ale pro hodnocení čistoty demi-vody je důležitá specifická elektrická vodivost. Co má být správně místo 10 mS?

str. 54, 55: místo termínu „vážená funkce“ by bylo vhodnější použít „váhová funkce“.

str. 71, obr. 26: Čím se liší varianty A) a D)?

str. 86, str. 87: V názvech oddílů by zřejmě mělo být „Čistota“ místo „Produkce“. Produkce kyseliny a hydroxidu byly diskutovány již dříve.

Některé další formální připomínky:

- 1) V Seznamu symbolů by bylo vhodné uvést také fyzikální rozměry (nebo základní jednotky) fyzikálních veličin. U konstant také jejich hodnotu (např. $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$).
- 2) Chemické vzorce by měly být psány stojatým písmem, a to jak v rovnicích, tak v prostém textu. V práci je téměř všude použita kurzíva.
- 3) Symboly matematických proměnných a fyzikálních veličin by měly být psány kurzívou. V práci je toto pravidlo dodrženo v rovnicích, ale v prostém textu je někdy nejednotně použito stojaté písmo.
- 4) Pro psaní fyzikálních jednotek se má používat stojaté písmo. V práci je někdy použita kurzíva.
- 5) Domnívám se, že citace na konci řádku by měla být umístěna před koncovou tečkou, nikoliv za ní, jak je používáno systematicky v práci.

Práce je přehledně uspořádána, jak v teoretické, tak experimentální části. Počet překlepů není velký, větná interpunkce je v některých případech nesprávná nebo chybí. Tyto chyby však nebrání porozumění obsahu práce.

5. Celkové zhodnocení disertační práce a závěr

Cíl disertační práce, studium elektrodialýzy s bipolárními membránami, byl splněn. I přes některé nedostatky vyjmenované v tomto oponentského posudku, lze celkově konstatovat, že doktorand prokázal schopnost samostatné a systematické vědecké činnosti. Proto **doporučuji** disertační práci k obhajobě.